

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):



BLACK BORDERS

- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-252236
 (43)Date of publication of application : 09.09.1994

(51)Int.CI. H01L 21/66
 H01L 21/02

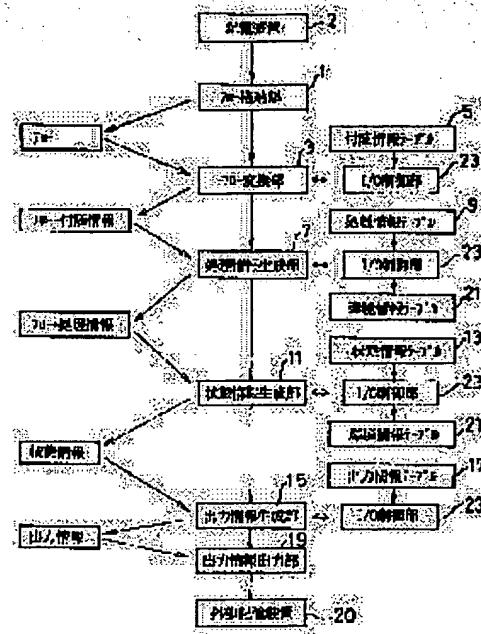
(21)Application number : 05-035321 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (22)Date of filing : 24.02.1993 (72)Inventor : SATOGUCHI YUUICHI

(54) APPARATUS FOR CHECKING AND SIMULATION OF PROCESS FLOW

(57)Abstract:

PURPOSE: To ensure check and simulation of a long and complicated processing flow at a high speed by providing a flow storage portion, a processing information generation portion, and an output information generation portion, etc.

CONSTITUTION: There are provided a flow storage portion 1 for storing therein a processing flow comprising a number of processing conditions and a processing information table 9 for storing therein information concerning details of processings correspondingly to processing conditions. There are further provided a processing information generation portion 7 for generating information about details of processing conditions of the flow storage portion 1 and a state information generation portion 11 for simulating a processing flow processing state based upon the information generated by the former. There are additionally provided an output information table 17 for storing information about an error associated with the details of the processings and an output information generation portion 15 for outputting an error of the processing conditions of the flow storage portion 1 based upon comparison between the simulation details of the processing information generation portion 7 and the information in the output information table 17. The processing flow checking and simulation are effected by a computer.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-252236

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.⁵

H 01 L 21/66
21/02

識別記号 庁内整理番号

Z 7630-4M
Z

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平5-35321

(22)出願日

平成5年(1993)2月24日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 佐戸口 勇一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

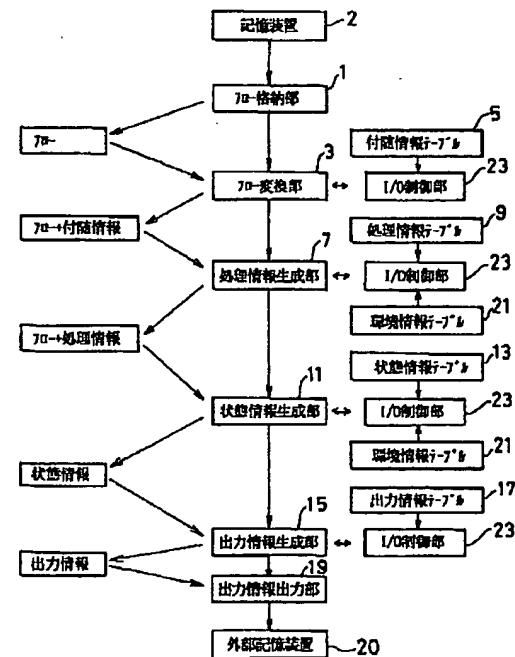
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外1名)

(54)【発明の名称】 プロセスフローチェック・シミュレーション装置

(57)【要約】

【目的】 長大かつ複雑な処理の流れを、更に、高速に
チェック・シミュレーション可能であるプロセスフロー
チェック装置を提供する。

【構成】 一連の処理条件からなるプロセスフローを格
納するフロー格納部と、処理の内容に関する情報をそれ
ぞれの処理条件に対応付けて格納する処理情報テーブル
と、前記フロー格納部に格納されている処理条件と前記
処理情報テーブルに格納されている処理情報に対応する
処理条件との比較に基づいて、前記フロー格納部に格納
されている処理条件の内容に関する情報を生成する処理
情報生成部と、前記処理情報生成部で生成された情報に
に基づいて、前プロセスフローの処理状態のシミュレー
ーションを行う状態情報生成部と、処理内容に付随するエラ
ーに関する情報を格納する出力情報テーブルと、前記処
理情報生成部で行われたシミュレーションの内容と前記
出力情報テーブルに格納された情報との比較に基づい
て、前記フロー格納部に格納された処理条件のエラーを
出力する出力情報生成部とを有するプロセスフローチェ
ック・シミュレーション装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一連の処理条件からなるプロセスフローを格納するフロー格納部と、処理の内容に関する情報をそれぞれの処理条件に対応付けて格納する処理情報テーブルと、前記フロー格納部に格納されている処理条件と前記処理情報テーブルに格納されている処理情報に対応する処理条件との比較に基づいて、前記フロー格納部に格納されている処理条件の内容に関する情報を生成する処理情報生成部と、前記処理情報生成部で生成された情報に基づいて、前プロセスフローの処理状態のシミュレーションを行う状態情報生成部と、処理内容に付随するエラーに関する情報を格納する出力情報テーブルと、前記処理情報生成部で行われたシミュレーションの内容と前記出力情報テーブルに格納された情報との比較に基づいて、前記フロー格納部に格納された処理条件のエラーを出力する出力情報生成部とを具備することを特徴とするプロセスフローチェック・シミュレーション装置。

【請求項2】 前記処理情報テーブルでは、複数の処理条件の特定の組み合わせと、それによって達成される処理の内容との対応が取られていることを特徴とする請求項1のプロセスフローチェック・シミュレーション装置。

【請求項3】 特定の処理条件に付随する条件又はそれを取得する方法を格納する付随情報テーブルと、この付随情報テーブルの内容に基づいて前記フロー格納部に格納されている処理条件に付随条件を付加するフロー変換部とを更に有することを特徴とする請求項1のプロセスフローチェック・シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、処理対象物に関する、異なる処理種類と処理条件を持つ処理の一連の流れを記述したプロセスフローのチェック・シミュレーションを人間ではなく、コンピュータによって行う装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、技術者・研究者がプロセスフロー（一連の処理の流れ）を作成する場合、完成されたプロセスフローが必ずしも正しいとは限らない。例えば、図6に示すLSIのプロセスフローの場合は、リソグラフィ工程の後に検査工程がない等のミスがある。

【0003】 従来、これらのチェックは、その分野の熟練者（エキスパート）によって行われていた。しかし、LSIに代表される多くの分野で、熟練者の数が不足しており、また、1つの処理対象物（製造物）に対する処理（工程）数は激増する傾向にある。その結果、人間（熟練者）によるチェックは、それに要する時間の点で不経済なものとなっている。

【0004】 今後、更に、そのチェック作業が熟練者に過剰に集中する事によって、熟練者といえどもチェック

に対するミスが生じ易くなる事が予想される。

【0005】 このような問題に対して、コンピュータによるチェックが提案、或いは、部分的に実用化されている。しかしながら、人間にとて理解し易いチェックルールの表現形式は、個々の処理の目的、内容、意味に依存した形式であり、コンピュータにとって処理し易い形式は、その個々の処理の種類、条件（物理・化学的状態）に依存した形式であるため、コンピュータによるチェックに關しても、それが可能ならルールの範囲、程度の点において問題が残る。例えば、図6に示すLSIのプロセスフローに対して、フィールドの酸化を行う前にウエハ裏面の窒化硅素膜の剥離を行わなければならないといったルールのチェックを行う場合、複数存在する酸化工程から、必ずフィールドの酸化工程を選び出さねばならない。

【0006】 このコンピュータによるチェックに関する問題を解決する方法として、プロセスフローそのものに、処理の目的、内容、意味を持たせる事が考えられるが、その場合、プロセスフローを記述するコードが莫大な数となり、管理できなくなるという新たな問題が生じてしまう。

【0007】 逆に、ルールを個々の処理の目的、内容、意味に依存しない形式、すなわち、個々の処理の種類、条件に依存した形式で表現した場合、コンピュータによる管理は容易であるが、人間にとてはルールを管理する事が非常に困難になるという別の新たな問題が生じてしまう。

【0008】 また、コンピュータによるシミュレーションを行う場合においても、その個々の処理の目的、内容、意味に応じて、プロセスフローから必要な情報を選び出す必要があるため、同様の問題が存在する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、プロセスフローをチェック・シミュレーションする場合、人間によるチェック・シミュレーションでは、それに要する時間、正確さの点で、近い将来必ず限界が訪れる事が予想される。

【0010】 また、従来のコンピュータによるチェック・シミュレーションでは、その個々の処理の目的、内容、意味が解釈できないため、チェック可能なルールの範囲、程度、及びルール管理の点で限界がある。

【0011】 本発明は、このような問題を解決し、長大かつ複雑な処理の流れを、更に、高速にチェック・シミュレーション可能であるプロセスフローチェック装置を提供する事を目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】 上記課題を達成するため、本発明によるプロセスフローチェック・シミュレーション装置は、一連の処理条件からなるプロセスフローを格納するフロー格納部と、処理の内容に関する情報を

それぞれの処理条件に対応付けて格納する処理情報テーブルと、前記フロー格納部に格納されている処理条件と前記処理情報テーブルに格納されている処理情報に対応する処理条件との比較に基づいて、前記フロー格納部に格納されている処理条件の内容に関する情報を生成する処理情報生成部と、前記処理情報生成部で生成された情報に基づいて、前記プロセスフローの処理状態のシミュレーションを行う状態情報生成部と、処理内容に付随するエラーに関する情報を格納する出力情報テーブルと、前記処理情報生成部で行われたシミュレーションの内容と前記出力情報テーブルに格納された情報との比較に基づいて、前記フロー格納部に格納された処理条件のエラーを出力する出力情報生成部とからなることを特徴とする。

【0013】本発明の好適な態様では、処理の種類を表すコードと、各々の処理に付随する条件を示す変数と、その変数に代入する値をコンピュータを用いて各処理を記述し、この組み合わせを処理の流れ順に並べる事で、一連の処理の流れを作成する。作成されたプロセスフローはコンピュータの情報としてフロッピーディスクやハードディスクに代表される記録媒体に保存する。次に、保存されたプロセスフローは、チェック・シミュレーションを行う前に、チェックに必要な情報が不足している場合、必要な情報を付加する処理を行った後に、コンピュータの記録媒体、例えばハードディスクにあらかじめ用意された幾つかの情報テーブル、及び、チェック・シミュレーション中に生成された幾つかの情報を用いて、そのチェックを行う事が可能となる。

【0014】

【作用】このように、本発明によって、従来、その分野の熟練者が行っていたプロセスフローのチェック・シミュレーションは、コンピュータによって行われる。この事によって、今後ますます増大する処理数や複雑な処理の流れの対応に、人間では、事実上、対応不可能な状況に十分対応可能である。また、熟練者個人の知識であったチェック・シミュレーションのノウハウが、コンピュータと記録媒体を通して多くの人間に広く活用可能となる。

【0015】

【実施例】以下図面に基づいて本発明の好適な実施例を説明する。

【0016】図1はこの発明のプロセスフローチェック・シミュレーション（以下、フローチェックという）装置に係わる一実施例の機能構成ブロック図である。同図に示すフローチェック装置は、プロセスフロー格納部1、プロセスフロー変換部3、付随情報テーブル5、処理情報生成部7、処理情報テーブル9、状態情報生成部11、状態情報テーブル13、出力情報生成部15、出力情報テーブル17、環境情報テーブル21、I/O制御部23、出力情報出力部19から構成されている。

【0017】フロー格納部1は、処理の一連の流れ（以下、フローという）を各々の処理の種類、条件で表現した情報、例えば、半導体製造工程を表すコード、各工程に付随する条件を示す変数（以下、条件変数という）、及びその変数に代入するパラメータ（以下、条件変数値という）等によって表現したフローを記憶装置2（例えば、ハードディスク）からコンピュータのメインメモリ上に取込む機能を有している。この情報は、コンピュータにとって処理し易い個々の処理の種類、条件（物理的及び化学的）に依存した形式によって与えられている。

【0018】フロー変換部3は、フローを構成している各処理に対して、不足、或いは、簡略化されている情報を追加、及び、情報を変換する機能（以下、フロー変換という）を有している。ここで、追加、変換される情報は、例えば、条件変数と、その変数値等である。このフロー変換に関する規則は付随情報テーブル5において定義されている。

【0019】例えば、図2に示した付随情報テーブル5には、処理の情報、条件変数、及び、その条件変数値等の組み合わせに対して、フロー変換する情報の取得方法が記述されている。このフロー変換時に、その取得方法を解釈し、実際に情報を取得するのは、I/O制御部23であり、フロー変換部3は、I/O制御部23との情報の授受によって、情報の追加、変換を行う。例えば、図3に示したフロー中の処理「酸化、温度=1000℃、・・・、ガス=スチーム」は、図2に示した付随情報テーブル5中の条件「（酸化）且つ（温度=1000℃）且つ（ガス=スチーム）」を満たす。その結果、この図2中の付随情報「時間=100分、絶縁耐圧=優」が追加され、図3の処理は、図4に示すように「酸化、温度=1000℃、・・・、ガス=スチーム、時間=100分、絶縁耐圧=優」となる。

【0020】このように、フロー変換部3は、図3で表された処理が、図2で定義された付随情報テーブル5の条件を満たすとき、それに対応する付随情報を追加する機能を有している。

【0021】処理情報生成部7は、処理の組み合わせパターン（以下、単にパターンという）から、個々の処理の目的、内容、意味等に関する処理情報を生成する機能（以下、パターン推論という）を有している。ここで、生成される処理情報は、例えば、フロー中におけるパターンの存在位置、そのパターンに対応する名称（以下、パターン名という）、及び、その対応そのものが正しい確率（以下、確信値という）等である。このパターン推論に関する規則は処理情報テーブル9において定義されている。図5に示した処理情報テーブル9において、パターンと、それに対応するパターン名、確信値の取得方法が記述されている。

【0022】例えば、図6に示したフローの10行目の処理「酸化、膜厚=1000Å、・・・」を第1処理と

すると、この第1処理は、図5に示した処理情報テーブルの条件「(酸化) 且つ(膜厚 $\geq 900\text{ \AA}$)」を満たし、図6の11行目の処理「堆積、膜種=空化硅素、膜厚=1000\AA, \dots」を第2処理とすると、これは、図5の条件「(堆積) 且つ(膜種=空化硅素)」を満たす。同様に、図6の12～16行目の処理も、図5の条件を満たす。このとき、図6の10～16行目の範囲に位置するパターンは、図5のパターン名「素子分離」にパターンの条件を全て満たし、図6中の対応する確信値「90%」であることから、フローの10～16行目の範囲のパターンが、確信値90%で、パターン名「素子分離」に対応する事を示す処理情報「範囲=10～16行目、パターン名=素子分離、確信値90%」が生成される。以上のパターン推論によって、生成される処理情報の一例を図7に示す。この処理情報はそれまでのプロセスフロー情報に追加される。このように、各処理情報テーブルには、多数のフローがパターン別に分類され、各々の内容を示すパターン名がその確信値と共に与えられている。

【0023】すなわち、処理情報生成部7は、図5に示した処理情報テーブルによって、図6に示したフローを図7のパターン名「素子分離」のパターンによって行われる一連の処理に対応し、その目的が、90%の確率で、素子分離である事を示すことができる。

【0024】また、処理情報生成部7は、得られた処理情報の組み合わせを再びパターンと見做し、そこから再び新たな処理情報を生成する機能を有している。そのパターン推論に関する規則を定義した処理情報テーブルの例を図8に示す。図8では、2つのパターン名「Pウェル形成」と「Nウェル形成」に関する処理情報の取得方法を定義した後、その2つのパターン名「Pウェル形成」と「Nウェル形成」の組み合わせによって、新しいパターン名「ウェル形成」に関する処理情報の取得方法を定義している。

【0025】例えば、図8に示した処理情報テーブルによって、図9に示したフローから、パターン推論を行う場合、まず、上記パターン推論により、(処理の組み合わせ)パターンから、処理情報が生成される。つまり、図9の10行目の処理「酸化、膜厚=1000\AA, \dots」から図9の14行目の処理「剥離、膜種=レジスト、\dots」までの範囲に位置するパターンが、確信値90%で、パターン名「Pウェル形成」に対応する事を示す処理情報「範囲=10～14行目、パターン名=Pウェル形成、確信値=90%」が形成され、同様に、図9の15～19行目の範囲に位置するパターンが、確信値90%で、パターン名「Nウェル形成」に対応する事を示す処理情報「範囲=15～19行目、パターン名=Nウェル形成、確信値=90%」が生成される。

【0026】次に、この生成されたパターン名「Pウェル形成」に関する処理情報を第1パターン、パターン名

「Nウェル形成」に関する処理情報を第2パターンとすると、この2つの処理情報の組み合わせは、図8のパターン名「ウェル形成」に対応するパターンの条件を、全て満たし、その結果、図9の10～19行目の範囲に位置するパターンが、確信値95%で、パターン名「ウェル形成」に対応する事を示す処理情報「範囲=10～19行目、パターン名=ウェル形成、確信値=95%」が生成される。以上のパターン推論によって、生成される処理情報の一例を図10に示す。

【0027】また、このパターン推論は、後述する環境情報テーブルに記述された条件が成立するまで繰り返され、条件成立後、環境情報テーブルに記述された追加、変更、削除等の操作を処理情報に対して行う。すなわち、図12に示した環境情報テーブルにおいて、生成の終了条件「条件(確信度 $\geq 95\%$)」は「確信値が95%以上の処理情報が存在する事」、条件成立後の操作「削除(確信度<95%)」は「確信値が95%未満の処理情報の削除」を意味する。例えば、図11に示した処理情報は、図12に示した環境情報テーブルによって、確信値が95%未満の処理情報が削除され、図13に示す処理情報のみが残る。

【0028】以上のパターン推論時に、処理情報テーブル9、及び、環境情報テーブルの各情報の取得方法を解釈し、実際に情報を取得するのは、I/O制御部23であり、処理情報生成部7は、I/O制御部23との情報の授受によって、処理情報の生成を行う。

【0029】状態情報生成部11は、処理情報、及び、その入力フローから、状態情報を生成する機能(以下、状態シミュレートという)を有している。ここで、生成される状態情報は、例えば、対象物の膜構成、その膜厚、その形状等である。また、この状態シミュレートに関する規則は状態情報テーブルに定義されている。

【0030】例えば、図13に示した処理情報に対して、その入力フローが、図9に示したフローを含むものとする。このとき、図14に示した状態情報テーブル13の、右欄の条件「(酸化) 且つ(膜厚>0\AA) 且つ(MOS-FET)」は満たされている。すなわち、図9のフローの10行目は「(酸化) 且つ(膜厚=1000\AA>0\AA)」であり、図13の処理情報によれば、フローの範囲1～36行目のパターン名が「MOS-FET」である。

【0031】ここで、図9のフローの10行目の処理「酸化、膜厚=1000\AA, \dots」に関する状態シミュレート前の状態情報を、図15に示した状態情報とすると、その状態シミュレート後の状態情報は、図15の状態情報に、図14中の状態情報「膜種=酸化硅素、膜厚=指定値」を追加したものとなる。このとき図14中の状態情報「膜種=酸化硅素、膜厚=指定値」の「指定値」とは、図9のフローの10行目の処理「酸化、膜厚=1000\AA, \dots」における条件変数「膜厚」の

指定値（条件値）「1000Å」である。

【0032】従って、図9のフローの10行目の処理「酸化、膜厚=1000Å、・・・」に関する状態シミュレート後の状態情報は、図15の状態情報に、状態情報「膜種=酸化硅素、膜厚=1000Å」を追加したものが、その実行後の状態情報となる。その実行後の状態情報の一例を図16に示す。このように、状態情報生成部は、図14に示した状態情報テーブルによって、図6に示したフローを状態シミュレートしている。

【0033】また、例えば、酸化工程において、条件変数「膜厚」の条件値が未定であり、条件変数「温度」、「時間」の条件値のみが指定されている場合、「膜厚」の条件値を知るには、「温度」、「時間」の条件値から、それを計算しなければならない。このとき、酸化速度（一定温度下で、単位時間に形成される酸化硅素膜の膜厚）等の情報が必要になる。このような必要な情報は、環境情報テーブルに記述されている。

【0034】以上の状態情報生成時に、状態情報テーブル、及び、環境情報テーブルの各情報の取得方法を解釈し、実際に情報を取得するのは、I/O制御部23であり、状態情報生成部は、I/O制御部23との情報の授受によって、状態情報の生成を行う。

【0035】出力情報生成部15は、上述のシミュレーションで得られた状態情報の内容を適宜チェックし出力情報を生成する機能を有している。この生成に関する規則は出力情報テーブルにおいて定義されている。

【0036】例えば、図19に示す状態情報「膜種=アルミニウム、膜厚=100Å、位置=20行目、・・・」は、図18に示すフローの20行目の処理「堆積、膜種=アルミニウム、膜厚=100Å、・・・」に関する状態シミュレート後の状態情報であるが、これは、図17に示した出力情報テーブルの条件「(膜種=アルミニウム) 且つ (膜厚<200Å)」を満たし、その結果、図17の出力情報テーブルの出力情報「エラー内容=断線、確信値90%」から、図17の状態情報に対する出力情報「エラー内容=断線、位置=20行目、確信値90%、・・・」が生成される。その出力情報の一例を図20に示す。これは、配線（アルミニウム）に断線の危険性がある確信値（確率）が90%である事を示している。

【0037】また、この出力情報生成時に、特定の条件を満たす出力情報、例えば、前述の如く確信値がある値以上の出力情報のみを生成する事が可能である。このような条件は、環境情報テーブル21に記述される。

【0038】このような、出力情報生成時に、出力情報テーブル17、及び、環境情報テーブル21の各情報の取得方法を解釈し、実際の情報を取得するのは、I/O制御部23であり、出力情報生成部15は、I/O制御部23との情報の授受によって、出力情報の生成を行う。

【0039】出力情報出力部19は、外部記憶装置20を介し、プリンター、ディスプレイ画面へ出力する機能を有している。また、図1に示すように、出力情報出力部19に入力される状態情報は、出力情報生成部15によって与えられる。

【0040】環境情報テーブル21は、フローチェック装置の動作環境を示す情報を定義したものである。この情報は、フローチェック装置起動前に、利用者、及び、管理者が入力する。図12はその一例を示している。このとき、環境情報テーブル21の各情報の取得方法を解釈し、実際に情報を取得するのは、I/O制御部23であり、各情報生成部7～15は、I/O制御部23との情報の授受によって、情報の生成を行う。

【0041】I/O制御部23は、各テーブル5～21における情報の取得方法を解釈し、情報を取得する機能を有している。例えば、状態情報生成部11において、環境情報テーブル21から酸化速度といった数値情報を取得する場合、図21の概念図に示した環境情報テーブル21の酸化速度の取得方法「外部（プログラム=OX、引数1=温度、引数2=時間）」に対しては、「OX」というデータベースを、条件変数「温度」、「時間」の変数値をキーワードとして検索し、その検索結果、すなわち、酸化速度を取得する。そして、状態情報生成部11は、I/O制御部23から、この酸化速度を受け取り、状態情報を生成する。

【0042】次に、本発明の実現手段について、図1を参照しながら説明する。

【0043】フローライナ部1、フロー変換部3、処理情報生成部7、状態情報生成部11、出力情報生成部15、出力情報出力部19、I/O制御部23はCPUに付属するメインメモリで実現されている。付随情報テーブル5、処理情報テーブル9、状態情報テーブル13、出力情報テーブル17、環境情報テーブル21はハードディスク、あるいはフロッピーディスク等の記録媒体に保存されている。例えば、記録媒体に保存された各情報テーブル5～21は、チェック開始時に前記メインメモリに呼び込まれ、CPUによるソフトウェア制御のもとで各変換部3～19、I/O制御部23が時系列的に、CPUに付属する前記メインメモリ内で順次実現される。処理結果は、外部記憶装置20を介し、プリンター、ディスプレイ画面に出力される。

【0044】次に、この発明の作用について、図1を参照しながら説明する。

【0045】フローライナ部1では、記憶装置上のフローをコンピュータのメインメモリ上に読み込む。図6はフローの一例を示す。同図には、処理の種類、条件変数、条件変数値を表すコードが、処理工程順に記述されている。なお、フローの1行が、1処理に相当する。

【0046】フロー変換部3では、メインメモリに読み込まれたフローに対して、不足している情報、簡略化され

ている情報を付加する。この生成する情報の取得方法は、付随情報テーブル5によって管理され、I/O制御部23によって、解釈され、情報が取得される。この作業を行う事によって、フロー作成時に入力する情報を減少する事が可能となり、フロー作成が大幅に簡略化可能である。また、大量のデータを扱う事が可能となる。

【0047】処理情報生成部7では、フロー変換部3において変換されたフローから、パターンに対応するパターン名、そのパターンがフロー中に存在する範囲、その対応が、どの程度の確率で正確であるかを示す確信値を示した処理情報を生成する。この生成する情報の取得方法は、処理情報テーブル9によって管理され、I/O制御部23によって、解釈され、情報が取得される。また、パターン推論の終了条件、条件成立後の動作は、環境情報テーブル21によって管理され、I/O制御部23によって、解釈され、情報が取得される。ここでは、処理情報を生成する事によって、パターンを目的、内容、意味別に分類している。この作業を行う事によって、目的、内容、意味に依存したチェック・シミュレーションを行う事が可能となる。

【0048】状態情報生成部11では、処理情報生成部11において生成された処理情報から、対象物の膜構成、その膜厚、その形状等の状態を示した状態情報を生成する。この生成する情報の取得方法は、状態情報テーブル13によって管理され、I/O制御部23によって、解釈され、情報が取得される。また、前述の酸化速度等の必要な情報は、環境情報テーブル21によって管理され、I/O制御部23によって解釈され、情報が取得される。ここでは、状態情報を生成する事によって、対象物の状態推移のシミュレーションを行っている。ここでは既に、パターンが目的、内容、意味別に分類されているため、必要最小限の状態シミュレートのみを行う事が可能である。

【0049】出力情報生成部15では、状態情報生成部11において生成された状態情報を適宜チェックし、出力情報を生成する。この生成する情報の取得方法は、出力情報テーブル17によって管理され、I/O制御部23によって解釈され、情報が取得される。また、出力する情報の確信値の最低値等の必要な情報は、環境情報テーブル21によって管理され、I/O制御部23によって解釈され、情報が取得される。ここでは、出力情報を生成する事によって、目的、内容、意味に基づくフローのチェックが行われている。この状態情報は、必要なシミュレーションのみを行った結果、生成されたものであり、また、出力する情報の確信値の最低値等の必要な情報が、環境情報テーブル21に記述されているため、必要最小限の出力情報生成（チェック）のみを行う事が可能である。

【0050】出力情報出力部19で、出力情報生成部15において生成された出力情報が外部記憶装置20に出

5 力される。

【0051】次に、情報の流れについて、図1を参照しながら説明する。

【0052】最初に、記憶装置上のフローは、フロー格納部1により、メインメモリ上に格納された後、フロー変換部3によって、不足している情報、簡略化されている情報が付加される。この変換されたフローから、処理情報生成部7によって、処理情報が生成（パターン推論）され、これにより、フロー（パターン）は、目的、内容、意味別に分類される。次に、状態情報生成部11によって、このフローと処理情報から、状態情報が生成（状態シミュレート）され、これにより、個々の処理の目的、内容、意味に依存したフローのシミュレーションが行われる。最後に、出力情報生成部15によって、この状態情報から、出力情報が生成される。これは、フローの内容をチェックするものであり、その結果（出力情報）は、出力情報出力部によって、出力装置に出力される。

【0053】このように、この発明のプロセスフローチェック・シミュレーション装置では、各情報テーブルを用いて、各情報を生成する事によって、処理順に記述されたフローを高速にチェック・シミュレーションを行う事が可能となる。

【0054】

【発明の効果】以上述べたように本発明によるプロセスフローチェック・シミュレーション装置では、プロセスフローのチェック・シミュレーションがコンピュータによって行われる。これによって、従来経験豊富なエキスパートのノウハウが個人の所有物から、誰でもが簡単に共通の知識として利用の可能なものとなる。また、処理工程数の増大と共に人間のミスが増加する事は必然であるが、コンピュータによって、チェックのケアレスミスがなくなる。また、従来はコンピュータで行うことが困難であったこの処理の目的、内容、意味に依存したチェック・シミュレーションのノウハウを利用する事が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるプロセスフローチェック・シミュレーション装置の機能構成図。

【図2】付随情報テーブルの一例を示す図。

【図3】フロー変換部3を説明するためのフローの一例を示す図。

【図4】図2の付随情報テーブル5による図3のフローの変換結果を示す図。

【図5】処理情報テーブル9の一例を示す図。

【図6】処理情報生成部7を説明するためのフローの例を示す図。

【図7】図9の処理情報テーブルによって、図6のフローから生成された処理情報を示す図。

【図8】処理情報テーブル9の一例を示す図。

11

【図 9】処理情報生成部 7 を説明するためのフローの例を示す図。

【図 10】図 8 の処理情報テーブル 9 によって、図 9 のフローから生成された処理情報の一例を示す図。

【図 11】処理情報生成部 7 を説明するための処理情報の例を示す図。

【図 12】環境情報テーブル 21 の一例を示す図。

【図 13】図 12 の環境情報テーブル 21 によって、図 11 の処理情報から生成された処理情報を示す図。

【図 14】状態情報テーブル 13 の一例を示す図。

【図 15】状態情報生成部 11 を説明するための状態情報の例を示す図。

【図 16】図 14 の状態情報テーブル 13 によって、図 15 の状態情報から生成された状態情報を示す図。

【図 17】出力情報テーブル 17 の一例を示す図。

【図 18】出力情報生成部 15 を説明するためのフローの例を示す図。

【図 19】出力情報生成部 15 を説明するための状態情報の例を示す図。

12

【図 20】図 17 の出力情報テーブル 17 によって、図 19 の状態情報から生成された出力情報を示す図。

【図 21】I/O制御部 23 を説明するための概念図。

【符号の説明】

1	フロー格納部
2	記憶装置
3	フロー変換部
5	付随情報テーブル
7	処理情報生成部
10	処理情報テーブル
9	状態情報生成部
11	状態情報テーブル
13	出力情報生成部
15	出力情報テーブル
17	出力情報出力部
19	出力情報出力部
20	外部記憶装置
21	環境情報テーブル
23	I/O制御部

【図 2】

5

処理種類、条件変数、条件変数値の組み合わせ	付随情報の取得方法
(酸化)且つ(温度=1000°C)且つ(ガス=ア-ム)	追加(時間=100分, 絶縁耐圧=優)

【図 3】

【図 4】

【図 6】

酸化、温度=1000°C, ..., #X=1F-1

酸化、温度=1000°C, ..., #X=1F-1, 時間=100分, 絶縁耐圧=優

10行目 酸化, 膜厚=1000A, ...
 11行目 堆積, 膜厚=基化硅素, 膜厚=1000A, ...
 12行目 リガラバ, #X=1F-1, LOCOS, ...
 13行目 制程, 膜厚=基化硅素, 膜厚=1000A, ...
 14行目 制程, 膜厚=1000A, ...
 15行目 酸化, #X=1F-1, ...
 16行目 制程, 膜厚=基化硅素, 膜厚=1000A, ...
 ...

【図 7】

範囲=10~16行目, #X名=素子分類, 確信値=99%

【図 10】

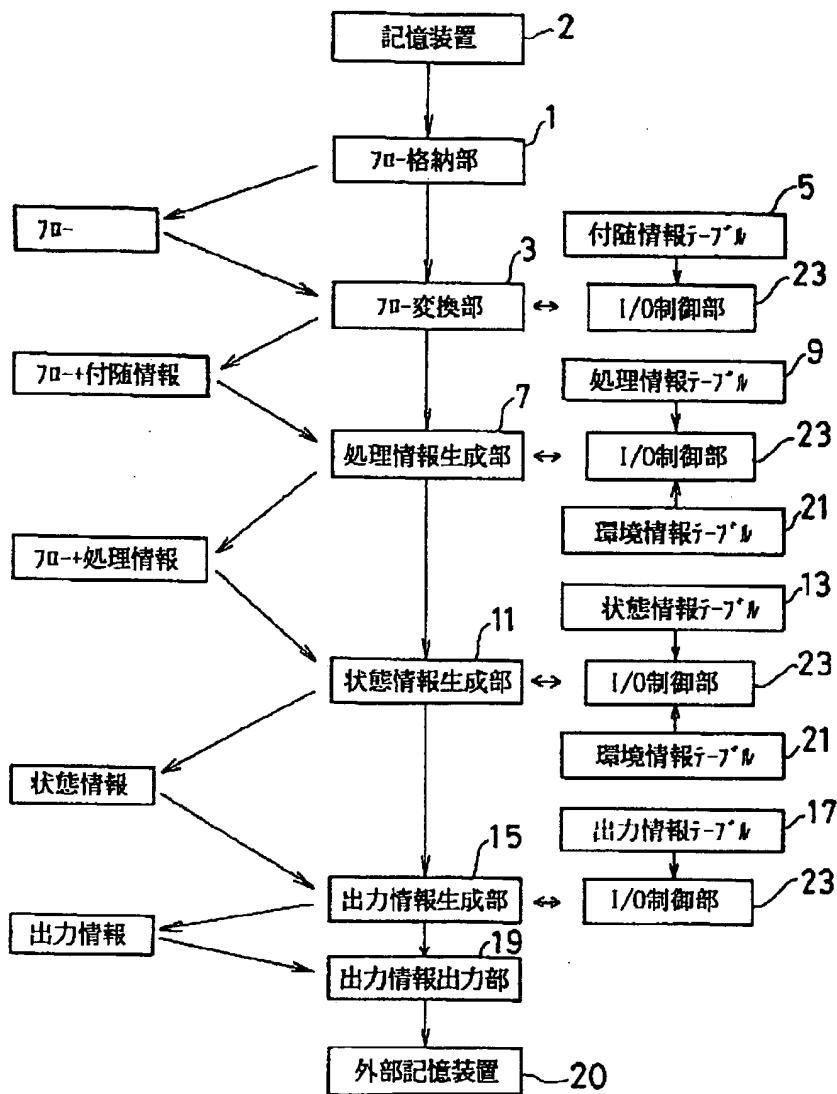
【図 16】

【図 15】

範囲=10~14行目, #X名=Pv2形成, 確信値=99%
 範囲=15~18行目, #X名=PI2形成, 確信値=99%
 範囲=19~21行目, #X名=Si2形成, 確信値=95%

膜厚=硅素膜厚=基板, ...
 膜程=酸化硅素, 膜厚=1000A, ...
 ...

【図1】



【図9】

10行目 濃化, 膜厚=1000Å, ...
 11行目 付着, フラッシュ, ...
 12行目 付着, 付着-環境, ...
 13行目 増強, 環境-濃化結果, 膜厚=1000Å, ...
 14行目 増強, 環境=1000Å, ...
 15行目 濃化, 膜厚=1000Å, ...
 16行目 付着, フラッシュ, ...
 17行目 付着, 付着-環境, ...
 18行目 増強, 環境-濃化結果, 膜厚=1000Å, ...
 19行目 増強, 環境=1000Å, ...
 ...

環境変数	環境変数値
処理情報の生成停止の条件	条件(環境 \geq 95%)
処理情報の生成停止後の操作	削除(確信値 $<$ 95%)

【図5】

パターン	第1処理、(酸化) 且つ(膜厚 $\geq 900\text{Å}$)
	第2処理、(堆積) 且つ(膜厚=塗化硅素)
	第3処理、(リソフ加工) 且つ(パターン=LOCOS)
	第4処理、(剥離) 且つ(膜種=塗化硅素)
	第5処理、(剥離) 且つ(膜種=レジスト)
	第6処理、(酸化) 且つ(ガス=スチーム)
	第7処理、(剥離) 且つ(膜種=塗化硅素)
パターン名取得方法	追加(素子分離)
確信値取得方法	追加(90%)

【図8】

パターン	第1処理、(酸化) 且つ(膜厚 $\geq 900\text{Å}$)
	第2処理、(リソフ加工) 且つ(パターン=Pウル)
	第3処理、(注入) 且つ(注入種=硅素)
	第4処理、(剥離) 且つ(膜種=酸化硅素)
	第5処理、(剥離) 且つ(膜種=レジスト)
パターン名取得方法	追加(Pウル形成)
確信値取得方法	追加(90%)
-----	-----
パターン	第1処理、(酸化) 且つ(膜厚 $\geq 900\text{Å}$)
	第2処理、(リソフ加工) 且つ(パターン=Nウル)
	第3処理、(注入) 且つ(注入種=砒素)
	第4処理、(剥離) 且つ(膜種=酸化硅素)
	第5処理、(剥離) 且つ(膜種=レジスト)
パターン名取得方法	追加(Nウル形成)
確信値取得方法	追加(90%)
-----	-----
パターン	第1パターン、Pウル形成
	第2パターン、Nウル形成
パターン名取得方法	追加(ウル形成)
確信値取得方法	追加(95%)

【図11】

範囲=1~10行目, パターン名=ウェル形成, 確信値=95%
範囲=10~16行目, パターン名=素子分離, 確信値93%
範囲=17~30行目, パターン名=チップ形成, 確信値=95%
範囲=31~36行目, パターン名=配線, 確信値=92%
配線=1~36行目, パターン名=MOS-FET, 確信値=95%
配線=1~36行目, パターン名=バッテリ, 確信値=35%
...

【図18】

20行目
膜種=7nm, 膜厚=100Å, ...

【図13】

範囲=1~10行目, パターン名=ウェル形成, 確信値=95%
範囲=17~30行目, パターン名=チップ形成, 確信値=95%
範囲=1~36行目, パターン名=MOS-FET, 確信値=95%
...

【図20】

... 内容=断線, 位置=20行目, 確信値=90%, ...

【図14】

13

70-及び, 处理情報	状態情報の取得方法
(酸化)且つ(膜厚>10Å)且つ(MOS-FET)	追加(膜種=酸化硅素, 膜厚=指定値)

【図17】

状態情報	出力情報の取得方法
(膜厚=7nm)且つ(膜厚<200Å)	追加(エラー内容=断線, 確信値=90%)

【図19】

膜種=7nm, 膜厚=100Å, 位置=20行目

【図21】

